

AB)



⑮ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 02 366 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:
G 06 F 13/12
H 04 L 12/24

②① Aktenzeichen: 199 02 366.2
②② Anmeldetag: 21. 1. 1999
④③ Offenlegungstag: 3. 8. 2000

DE 199 02 366 A 1

⑦① Anmelder:
GESYTEC Gesellschaft für Systemtechnik und
Datenverarbeitung mbH, 52076 Aachen, DE

⑦④ Vertreter:
W. König und Kollegen, 52064 Aachen

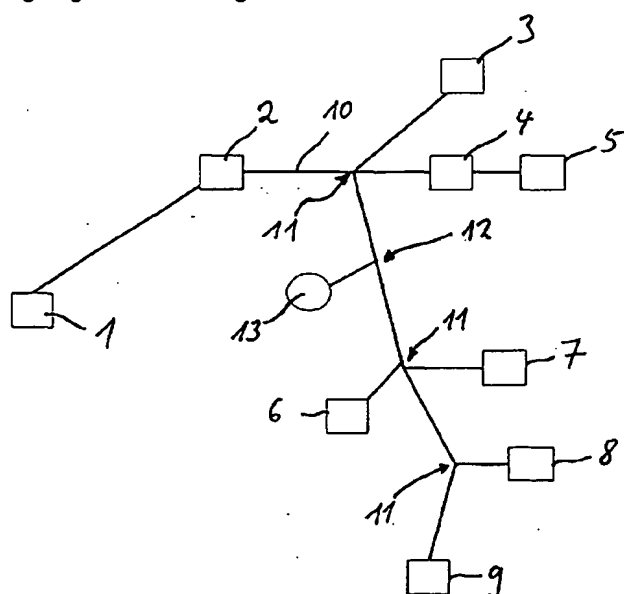
⑦② Erfinder:
Hußmann, Klaus, Dipl.-Ing., 52078 Aachen, DE;
Schunck, Dieter, Dipl.-Math., 52080 Aachen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zur automatischen Zuordnung von Knotengeräten zu den logischen Knoten eines Datenverarbeitungsnetzwerkes sowie für das Verfahren geeignetes Knotengerät

⑤⑦ Bei Netzwerken mit hoher Zahl von Knotengeräten (1-9) gleichen Typs ist es sehr aufwendig, für die Vergabe von Adressen an die Knotengeräte (1-9) nach ihrer Installation die Knotengeräte (1-9) vor Ort manuell zu identifizieren, den zugehörigen logischen Knoten des Netzwerkes zuzuordnen und diese Zuordnung dem Netzwerk einzugeben. Das neue Verfahren und das neue Knotengerät (1-9) ermöglichen eine Automatisierung der Zuordnung. Die einzelnen Knotengeräte (1-9) werden von einem bestimmten Sendepunkt (12) im Netzwerk aus nacheinander gezielt mit mindestens einem Anfragesignal angesprochen. Von dem jeweils angesprochenen Knotengerät (1-9) wird mit möglichst geringer Zeitverzögerung oder nach einem definierten Zeitraum nach Eintreffen jedes Anfragesignals ein Antwortsignal erzeugt, das an einem bestimmten Empfangspunkt (12) im Datenverarbeitungsnetzwerk registriert wird. Für jedes Knotengerät (1-9) wird die Zeitspanne zwischen der Aussendung des mindestens einen Anfragesignals und dem Registrieren des zugehörigen Antwortsignals festgestellt. Die Knotengeräte (1-9) weisen ein Installationsmodul (14) auf, das im aktivierten Zustand die Erzeugung eines Antwortsignals ermöglicht. Das Installationsmodul kann beispielsweise ein Kleinrelais (16) zur Erzeugung eines Kurzschlusses im Kabel (10) des Netzwerkes am Ort des angesprochenen Knotengeräts (1-9) umfassen. Automatisierungssysteme



DE 199 02 366 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur automatischen Zuordnung von Knotengeräten zu den logischen Knoten eines Datenverarbeitungsnetzwerkes mit bekannter Netzwerktopologie sowie ein für das Verfahren geeignetes, über eine Signalleitung mit anderen Knotengeräten verbindbares Knotengerät.

Datenverarbeitungsnetzwerke mit möglicherweise mehreren hundert logischen Knoten und entsprechend vielen Knotengeräten können für dezentrale Automatisierungssysteme, z. B. in der Haustechnik, eingesetzt werden. Die mit eigenen Prozessoren ausgestatteten Knotengeräte können als Aktoren und/oder Sensoren eigenständig spezifische Aufgaben innerhalb des Automatisierungssystems übernehmen und über das Netzwerk mit anderen Knotengeräten kommunizieren. Für diese Kommunikation ist es notwendig, daß jedes Knotengerät eine individuelle Adresse aufweist, über die es im Netzwerk identifizierbar und damit gezielt ansprechbar ist.

Es kommt häufig in Automatisierungsnetzwerken vor, daß Funktion und Adresse eines Knotengeräts vor der hardwaremäßigen Installation nicht festgelegt werden können, weil zum Beispiel eine individuelle Behandlung aufgrund von Massenfertigung nicht sinnvoll ist. Ohne weitere Maßnahmen ist es nach der Installation jedoch lediglich möglich, die Knotengeräte im Netzwerk als existent zu erkennen, und nicht, die Knotengeräte den logischen Knoten des Netzwerkes zuzuordnen. Das heißt, es ist unbekannt, welches Knotengerät an welchem logischen Knoten installiert ist, soweit das Netzwerk Knotengeräte gleichen Typs umfaßt. Für die Vergabe von Adressen für die Knotengeräte und damit für den Aufbau einer funktionierenden Kommunikation zwischen den Knotengeräten ist es in diesen Fällen bislang üblich, die installierten Knotengeräte vor Ort manuell zu identifizieren, den zugehörigen logischen Knoten des Netzwerkes zuzuordnen und diese Zuordnung dem Netzwerk einzugeben. Dies bedeutet einen erheblichen zeitlichen und damit kostenrächtigen Aufwand. Eine Automatisierung der Zuordnung ist daher anzustreben.

Es ist nun Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art erstmalig bereitzustellen.

Diese Aufgabe wird hinsichtlich des Verfahrens der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß

- a) von einem bestimmten Sendepunkt im Datenverarbeitungsnetzwerk aus die einzelnen Knotengeräte nacheinander gezielt mit mindestens einem Anfragesignal angesprochen werden,
- b) von dem jeweils angesprochenen Knotengerät mit möglichst geringer Zeitverzögerung oder nach einem definierten Zeitraum nach Eintreffen jedes Anfragesignals ein Antwortsignal erzeugt wird, das an einem bestimmten Empfangspunkt im Datenverarbeitungsnetzwerk registriert wird,
- c) für jedes Knotengerät die Zeitspanne zwischen der Aussendung des mindestens einen Anfragesignals und dem Registrieren des zugehörigen Antwortsignals festgestellt wird, und
- d) unter Berücksichtigung der gemäß Merkmal c) festgestellten Zeitspannen sowie der Netzwerktopologie die einzelnen Knotengeräte den logischen Knoten zugeordnet werden.

Bei einem Datenverarbeitungsnetzwerk mit bekannter Netzwerktopologie weiß man, auf welche Weise die logischen Knoten über Signalleitungen, zum Beispiel elektri-

sche Kabel, miteinander verbunden sind. Insbesondere ist die Länge der Signalleitungen zwischen jeweils zwei Knoten bekannt sowie, an welchen Stellen in der Signalleitung, welche Verzweigungen montiert sind. Durch die Messung der Signallaufzeit von Anfragesignal und Antwortsignal ist es nun möglich, die angesprochenen Knotengeräte nach ihrer Entfernung vom Empfangs- bzw. Sendepunkt zu ordnen und unter Berücksichtigung der bekannten Netzwerktopologie die einzelnen Knotengeräte den logischen Knoten des Netzwerkes zuzuordnen.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann auch so ausgeführt werden, daß Sendepunkt und Empfangspunkt identisch sind. Am Sende- und Empfangspunkt kann ein Inbetriebnahmetool installiert werden, das die Anfragesignale sendet, die Antwortsignale empfängt und mit dem schließlich auch die Zuordnung der Knotengeräte zu den logischen Knoten durchgeführt werden kann. Das erfindungsgemäße Verfahren kann auch so ausgeführt werden, daß das gezielte Ansprechen der einzelnen Knotengeräte mit den Anfragesignalen erfolgt, indem

- a) zunächst die individuellen Identifikationsschlüssel (UUID) sämtlicher zuzuordnender Knotengeräte festgestellt werden,
- b) eines der Knotengeräte mittels seines UUID angesprochen und mittels eines Aktivierungssignals in einen die Abgabe des jeweiligen Antwortsignals auf das mindestens eine Anfragesignal bewirkenden Installationsmodus gesetzt wird,
- c) hiernach das mindestens eine Anfragesignal für das gemäß Merkmal b) aktivierte Knotengerät abgesetzt wird,
- d) der Installationsmodus dieses Knotengeräts nach Abgabe des mindestens einen Antwortsignals deaktiviert wird und
- e) die Verfahrensschritte b) bis d) nacheinander für jedes noch nicht angesprochene Knotengerät wiederholt werden.

Mit der Abfrage der UUID's (Universal Unique Identifier) werden die Knotengeräte zunächst unabhängig von ihrer Position im Netzwerk identifiziert. Anschließend können die einzelnen Knotengeräte über den nun bekannten UUID gezielt angesprochen und nacheinander in den Installationsmodus gesetzt werden. Der Installationsmodus bewirkt dann die Abgabe eines Antwortsignals als Reaktion auf den Empfang eines Anfragesignals.

Weiterhin kann es vorteilhaft sein, das erfindungsgemäße Verfahren so auszuführen, daß das Antwortsignal erzeugt wird, indem bei aktiviertem Installationsmodus die physikalischen Verhältnisse für die Signalübertragung im Bereich des zugehörigen Knotengeräts derart geändert sind, daß zumindest ein Teil des Anfragesignals reflektiert wird. Dies kann vorteilhaft dadurch erreicht werden, daß die Signalübertragung über ein elektrisches Kabel erfolgt und bei aktiviertem Installationsmodus ein Kurzschluß im Kabel im Bereich des zugehörigen Knotengeräts erzeugt wird.

Alternativ ist es auch möglich, das erfindungsgemäße Verfahren so auszuführen, daß das Antwortsignal erzeugt wird, indem bei aktiviertem Installationsmodus ein durch das Anfragesignal angesprochenes Knotengerät ein eigenständiges Signal generiert wird. Aktiv generierte Signale haben den Vorteil, daß sie in ihrer Form und Intensität manipulierbar sind und somit an die Gegebenheiten im Netzwerk angepaßt werden können.

Es ist abhängig von der Netzwerktopologie, beispielsweise bei gleichen Abständen mehrerer Knotengeräte von einer Abzweigung, möglich, daß nicht alle Knotengeräte

nach einem einmaligen Abfragen sämtlicher Knotengeräte eindeutig den logischen Knoten zugeordnet werden können. In diesem Fall kann es vorteilhaft sein, das erfindungsgemäße Verfahren so auszuführen, daß zumindest diejenigen der Knotengeräte, die nach einem ersten Ansprechen noch nicht eindeutig den logischen Knoten zugeordnet werden können zumindest ein zweites Mal mit mindestens einem Anfragesignal angesprochen wird, wobei ein anderer Sendepunkt und/oder ein anderer Empfangspunkt im Datenverarbeitungsnetzwerk gewählt wird und hiernach erst die Zuordnung der einzelnen Knotengeräte zu den logischen Knoten erfolgt.

Die Aufgabe wird hinsichtlich eines Knotengeräts der eingangs genannten Art gelöst durch Mittel zur Erzeugung eines Antwortsignals unmittelbar oder nach einem definierten Zeitraum nach dem Empfang eines Anfragesignals.

Das erfindungsgemäße Knotengerät kann auch so ausgebildet sein, daß die Signalleitung ein elektrisches Kabel ist und die Mittel zur Erzeugung eines Antwortsignals ein Kleinrelais umfassen, das einen Kurzschluß im Kabel erzeugt, durch den das Anfragesignal unmittelbar nach Eintreffen als Antwortsignal reflektiert wird. Hierdurch ist eine sehr einfache und kostengünstige Möglichkeit zur Erzeugung des Antwortsignals gegeben. Das Antwortsignal entsteht dabei ohne Zeitverzögerung, womit ein Faktor für eine zeitliche Ungenauigkeit entfällt.

Im folgenden wird anhand der Figuren eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens sowie eine Ausbildungsform des erfindungsgemäßen Knotengeräts erläutert.

Es zeigt

Fig. 1 schematisch ein Datenverarbeitungsnetzwerk mit einem Inbetriebnahmetool und

Fig. 2 schematisch einen Teil eines Knotengeräts mit Kleinrelais.

In **Fig. 1** ist schematisch der Aufbau eines Datenverarbeitungsnetzwerkes mit neun logischen Knoten dargestellt, in denen jeweils ein Knotengerät 1 bis 9 installiert ist. Die relativ geringe Anzahl der Knotengeräte 1 bis 9 in der Darstellung wurde allein aus Gründen der Übersichtlichkeit gewählt. Moderne dezentrale Automatisierungssysteme können ohne weiteres mehrere hundert logische Knoten umfassen. Die Knotengeräte 1 bis 9 sind über Kabel 10 miteinander verbunden. Die Netzwerktopologie und die logischen Zusammenhänge innerhalb des Netzwerkes sind in der Regel aus der Installationsplanung bekannt. Das heißt, es ist bekannt, welche Längen die Kabel 10 aufweisen, welche der Knotengeräte 1 bis 9 unmittelbar durch ein Kabel 10 miteinander verbunden sind, wie die Reihenfolge der Knotengeräte 1 bis 9 an einzelnen Strängen des Kabels 10 ist und an welcher Stelle im Kabel 10 gegebenenfalls Verzweigungen 11 montiert sind.

Für die Inbetriebnahme eines Netzwerkes ist es erforderlich, daß die Knotengeräte 1 bis 9 durch eine eigene, einmalig vorkommende Netzwerkadresse gezielt ansprechbar sind und daß die Funktionen der einzelnen Knotengeräte 1 bis 9 festgelegt werden. Die Zuordnung einer Netzwerkadresse für jedes Knotengerät 1 bis 9 kann nur erfolgen, wenn die Knotengeräte 1 bis 9 zum einen individuell erkennbar sind und zum anderen bekannt ist, auf welchem logischen Knotenpunkt des Netzwerkes das jeweilige Knotengerät 1 bis 9 sitzt. Um dieses zu ermitteln, wird an einem bestimmten Send-/Empfangspunkt 12 ein Inbetriebnahmetool 13 an das Netzwerk angeschlossen. Mittels des Inbetriebnahmetools 13 werden nun alle Knotengeräte 1 bis 9 aufgefordert, ihren weltweit gültigen individuellen Identifikationsschlüssel (UUID = Universal Unique Identifier) an das Inbetriebnahmetool 13 bekannt zu geben. Hiernach steht also fest, welche Geräte als Knotengeräte 1 bis 9 im Netzwerk vorhanden

sind. Nun ist noch unbekannt, wie sich diese Knotengeräte 1 bis 9 auf die logischen Knotenpunkte des Datenverarbeitungsnetzwerkes verteilen. Das Inbetriebnahmetool 13 spricht nun mittels einer der ermittelten UUID eines der Knotengeräte, z. B. 9, an und setzt ihn über ein Aktivierungssignal in einen Installationsmodus. Das im Installationsmodus befindliche Knotengerät 9 ist nun bereit, auf ein Anfragesignal des Inbetriebnahmetools 13 hin unmittelbar und ohne Zeitverzögerung ein Antwortsignal zu senden. Das Inbetriebnahmetool 13 mißt die Zeitspanne zwischen Absendung des Anfragesignals und Empfang des Antwortsignals, d. h. die Signallaufzeit. Die Signallaufzeit ist ein Maß für die Kabelstrecke zwischen Inbetriebnahmetool 13 und dem angesprochenen Knotengerät 9. Durch ein weiteres Signal des Inbetriebnahmetools 13 wird der Installationsmodus des angesprochenen Knotengeräts 9 wieder deaktiviert. Diese Vorgehensweise wird nun für sämtliche weiteren Knotengeräte 1 bis 8 wiederholt. Hiernach sind die relativen Entfernungen entlang der Kabel zwischen dem Inbetriebnahmetool 13 und sämtlichen Knotengeräten 1 bis 9 bekannt. Bei bekannter Signalgeschwindigkeit, die abhängig vom Typ des Kabels ca. 2/3 der Lichtgeschwindigkeit beträgt, können auch die absoluten Entfernungen ermittelt werden. Ist die Meßgenauigkeit von ca. ± 1 m hinreichend, eine eindeutige Reihenfolge der relativen Entfernungen der einzelnen Knotengeräte 1 bis 9 zum Inbetriebnahmetool 13 festzulegen, ist es aufgrund der bekannten Netzwerktopologie möglich, die Knotengeräte 1 bis 9 den logischen Knoten des Netzwerkes eindeutig zuzuordnen. Sollten aufgrund von Verzweigungen die Meßergebnisse nicht eindeutig sein, können von einem anderen Send-/Empfangspunkt des Netzwerkes aus diejenigen der Knotengeräte 1 bis 9 nochmals angesprochen werden, die nicht eindeutig zugeordnet werden konnten.

Die Erzeugung des Antwortsignals in den Knotengeräten 1 bis 9 kann mittels Signalreflexion erfolgen. Derartige Signalreflexionen können dadurch erreicht werden, daß an der betreffenden Stelle gezielt der Wellenwiderstand der Übertragungsleitung derart verändert wird, daß er nicht mehr der Netzwerkimpedanz an jeder Stelle des Netzwerkes entspricht. Als Extremfall kann auch ein Kurzschluß erzeugt werden.

Fig. 2 zeigt in symbolhafter Darstellung ein Installationsmodul 14 in einem der Knotengeräte, zum Beispiel 7. Das Installationsmodul 14 besteht aus einer Verarbeitungseinheit 15 und einem Kleinrelais 16. Die Verarbeitungseinheit 15 erkennt das über das Kabel 10 einlaufende Aktivierungssignal und schaltet daraufhin das Kleinrelais ein, das dann seinerseits mittels des Schalters 17 einen Kurzschluß in den Übertragungsleitungen 18 und 19 erzeugt. Das anschließend einlaufende Anfragesignal wird hierdurch totalreflektiert und läuft somit ohne Zeitverzögerung als Antwortsignal zum Inbetriebnahmetool 13 zurück. Hiernach wird das Kleinrelais 16 entweder durch Ablauf einer vorgegebenen Zeitspanne oder durch ein Deaktivierungssignal wieder ausgeschaltet und der Kurzschluß aufgehoben.

Bezugszeichenliste

- 1 bis 9 Knotengerät
- 10 Kabel
- 11 Verzweigung
- 12 Send-/Empfangspunkt
- 13 Inbetriebnahmetool
- 14 Installationsmodul
- 15 Verarbeitungseinheit
- 16 Kleinrelais
- 17 Schalter

18 Übertragungsleitung
19 Übertragungsleitung

Patentansprüche

1. Verfahren zur automatischen Zuordnung von Knotengeräten (1-9) zu den logischen Knoten eines Datenverarbeitungsnetzwerkes mit bekannter Netzwerktopologie, bei dem
 - a) von einem bestimmten Sendepunkt (12) im Datenverarbeitungsnetzwerk aus die einzelnen Knotengeräte (1-9) nacheinander gezielt mit mindestens einem Anfragesignal angesprochen werden,
 - b) von dem jeweils angesprochenen Knotengerät (1-9) mit möglichst geringer Zeitverzögerung oder nach einem definierten Zeitraum nach Eintreffen jedes Anfragesignals ein Antwortsignal erzeugt wird, das an einem bestimmten Empfangspunkt (12) im Datenverarbeitungsnetzwerk registriert wird,
 - c) für jedes Knotengerät (1-9) die Zeitspanne zwischen der Aussendung des mindestens einen Anfragesignals und dem Registrieren des zugehörigen Antwortsignals festgestellt wird, und
 - d) unter Berücksichtigung der gemäß Merkmal c) festgestellten Zeitspannen sowie der Netzwerktopologie die einzelnen Knotengeräte (1-9) den logischen Knoten zugeordnet werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Sendepunkt (12) und Empfangspunkt (12) identisch sind.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das gezielte Ansprechen der einzelnen Knotengeräte (1-9) mit den Anfragesignalen erfolgt, indem
 - a) zunächst die individuellen Identifikationsschlüssel (UUID) sämtlicher zuzuordnender Knotengeräte (1-9) festgestellt werden,
 - b) eines der Knotengeräte (1-9) mittels seines UUID angesprochen und mittels eines Aktivierungssignals in einen die Abgabe des jeweiligen Antwortsignals auf das mindestens eine Anfragesignal bewirkenden Installationsmodus gesetzt wird,
 - c) hiernach das mindestens eine Anfragesignal für das gemäß Merkmal b) aktivierte Knotengerät (1-9) abgesetzt wird,
 - d) der Installationsmodus dieses Knotengeräts (1-9) nach Abgabe des mindestens einen Antwortsignals deaktiviert wird und
 - e) die Verfahrensschritte b) bis d) nacheinander für jedes noch nicht angesprochene Knotengerät (1-9) wiederholt werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Antwortsignal erzeugt wird, indem bei aktiviertem Installationsmodus die physikalischen Verhältnisse für die Signalübertragung im Bereich des zugehörigen Knotengeräts (1-9) derart geändert sind, daß zumindest ein Teil des Anfragesignals reflektiert wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Signalübertragung über ein elektrisches Kabel (10) erfolgt und bei aktiviertem Installationsmodus ein Kurzschluß im Kabel (10) im Bereich des zugehörigen Knotengeräts (1-9) erzeugt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Antwortsignal erzeugt

wird, indem bei aktiviertem Installationsmodus im durch das Anfragesignal angesprochenen Knotengerät (1-9) ein eigenständiges Signal generiert wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest diejenigen der Knotengeräte (1-9), die nach einem ersten Ansprechen noch nicht eindeutig den logischen Knoten zugeordnet werden können, zumindest ein zweites Mal mit mindestens einem Anfragesignal angesprochen wird, wobei ein anderer Sendepunkt (12) und/oder ein anderer Empfangspunkt (12) im Datenverarbeitungsnetzwerk gewählt wird und hiernach erst die Zuordnung der einzelnen Knotengeräte (1-9) zu den logischen Knoten erfolgt.

8. Für das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7 geeignetes, über eine Signalleitung mit anderen Knotengeräten (1-9) verbindbares Knotengerät (1-9), gekennzeichnet durch Mittel (14) zur Erzeugung eines Antwortsignals unmittelbar oder nach einem definierten Zeitraum nach dem Empfang eines Anfragesignals.

9. Knotengerät nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Signalleitung ein elektrisches Kabel (10) ist und die Mittel zur Erzeugung eines Antwortsignals ein Kleinrelais (16) umfassen, das einen Kurzschluß im Kabel (10) erzeugt, durch den das Anfragesignal unmittelbar nach Eintreffen als Antwortsignal reflektiert wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

